

PLAN DE CONTROL Y SEGUIMIENTO EN LA EJECUCION DE OBRAS CIVILES DE GRANDES SUPERFICIES

AUTOR

Javier Leonardo Caro Vargas

Ingeniero Civil

javierleonardocar@hotmai.com

**“Articulo presentado como trabajo final de Especialización en Gerencia
Integral de Proyectos”**

TUTOR

Ing. Guillermo Roa Rodríguez, MSc

Maestría en Ingeniería Mecatrónica de la Universidad Nueva Granada
Especialización en Gerencia de proyectos de la Universidad Nueva Granada
Ingeniero en Mecatrónica - Universidad Militar Nueva Granada
Coordinador Especialización en Gerencia Integral de Proyectos y Maestría en
Gerencia de Proyectos de la Universidad Militar Nueva Granada

guillermo.roa@unimilitar.edu.co



**UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA INTEGRAL DE PROYECTOS
JUNIO 2016**

PLAN DE CONTROL Y SEGUIMIENTO EN LA EJECUCION DE OBRAS CIVILES DE GRANDES SUPERFICIES

PLAN OF CONTROL AND FOLLOW-UP IN THE EXECUTION OF CIVIL WORKS OF BIG SURFACES

Javier Leonardo Caro Vargas

Ingeniero Civil

Universidad Militar Nueva Granada.

Bogotá, Colombia

javierleonardocar@hotmail.com

RESUMEN

El presente trabajo genera una metodología aplicando Gerencia de proyectos y siguiendo los lineamientos del PMI, se trata de generar un Plan de control y Seguimiento de los materiales que se usan en los proyectos de construcción de Grandes superficies, logrando así evitar los desperdicios, malos usos y finalmente evitando sobrecostos al contratista o empresario que esté a cargo de la construcción. La metodología muestra como primera parte un alcance, con la EDT dividida en varios paquetes de trabajo, los tiempos de asignación para cada actividad, y la asignación de costos según la tabla salarial de la empresa involucrada en el estudio. Luego se llega a la solución e implementación de la metodología por medio de un flujo grama para poder mostrar el orden de las actividades con sus respectivos entregables y responsables. Posteriormente se hace una prueba piloto, la cual demuestra la efectividad del modelo conforme a sus costos y cuanto valdría implementar esta metodología para un proyecto de 600 días

Palabras Clave: Grandes superficies, plan de control y seguimiento, PMI, EDT, Costos.

ABSTRACT

The present work generates a methodology applying Project management and following the limits of the PMI, there is a question to generate a Plan of control and

Follow-up of the materials that are used in the projects of construction of Big surfaces, managing this way to avoid the wastes, bad uses and finally avoiding extra charges to the contractor or businessman who is at the expense of the construction. The methodology shows as the first part a scope, with the EDT divided in packages of work, the times of assignment for every activity, and the assignment of costs according to the wage table of the company involved in the study. Then grass comes near to the solution and implementation of the methodology by means of a flow to be able to show the order of the activities with his respective deliverable and responsible. Later there is done a pilot test, which demonstrates the efficiency of the model in conformity with his costs and all that would be worth implementing this methodology for a project of 600 days.

Key words: Big surfaces, plan of control and follow-up, PMI, EDT, Cost.

INTRODUCCIÓN

El control de proyectos es una necesidad que se ha generado debido a las grandes cantidades de recursos que se implementan para poder ejecutarlos, debido a las posibles desviaciones en los presupuestos nace la necesidad de crear un plan de control y seguimiento en la ejecución de proyectos, más específicamente en la ejecución de obras civiles de Grandes superficies con el objetivo de poder controlar el desvío y la mala utilización de recursos implementados para el desarrollo de los mismos. Debido a la gran magnitud de este tipo de construcción suele suceder que los materiales sean desperdiciados o mal gastados sin llevar algún tipo de trazabilidad que especifique como y donde se emplean este tipo de recursos.

Implementar un plan de Control y Seguimiento en una empresa de Construcción, es un reto que para las empresas de este sector ya que requiere adoptar metodologías apropiadas para generar valor a su desarrollo, transformar sus procesos, ser innovadoras para incrementar su productividad y rentabilidad, por supuesto controlando sus recursos conforme al presupuesto, ya que los procesos son eficientes en la medida en se administren. En este sentido, el presente artículo describe un modelo de Gerencia de Proyectos que aporta una estructura definida para controlar las cantidades de obra y el presupuesto asignado direccionando los materiales a actividades específicas referenciadas.

La metodología del Instituto de Administración de Proyectos (Project Management Institute, PMI), se basa en el Conocimientos en Administración de Proyectos, los cuales integran los lineamientos y políticas que se deben tener en cuenta a la hora de gerenciar proyectos, además de desarrollar una manera de emplear las habilidades gerenciales para poder cumplir con los objetivos dentro del proyecto [1]. De este modo, el propósito de la Gerencia de Proyectos va más allá de cumplir con la ejecución del presupuesto o estar dentro de los tiempos del proyecto, también se preocupa por generar valor para el negocio. En este caso, el tener una herramienta organizada que sirva para estructurar los procesos como la planteada por PMI constituye una fuente de conocimiento estructurado, organizado y accesible para cualquier persona. Para el PMI, un proyecto es un conjunto de actividades con un principio y un fin demarcado, que se unifica para alcanzar unas metas establecidas,

sujeto a restricciones de costo, tiempo, calidad y alcance determinados con anterioridad por los stakeholder del proyecto [2].

Es necesario tomar en cuenta que este tipo de herramientas siempre están en función del tipo de proyecto según su complejidad, ya que pueden haber factores dentro del mismo que se pueden manejar como subproyectos [3], los cuales requieren de igual forma, toda la atención del gerente. En el caso de la implementación de la metodología PMI en un proyecto, es necesario tener en cuenta que primero se deben realizar los estudios previos (fase de preinversión e inversión), los cuales deben ser aprobados por el cliente y por la alta gerencia, es decir, después de que el proyecto se considera viable y tenga un presupuesto asignado.

Luego toda la información que se obtiene de los estudios previos y el presupuesto constituyen las variables de entrada que se utilizan para estructurar los procesos de un proyecto, las cuales siguen un orden lógico pero flexible que permite modificaciones según conveniencia de los stakeholder [4].

Estos procesos se pueden programar en secuencia según las actividades a realizar y generalmente se vuelven simultáneos unos con otros, sin embargo es válido anotar que algunos de ellos requieren ser definidos para poder completar el total ya que en estos casos se convierten en la base para darle continuidad al resto. Adicionalmente, la planeación de un proyecto puede estar estructurada de acuerdo con el orden como se presentan las nueve áreas de conocimiento, mientras que para ejecutar los procesos, éstos pueden ser integrados e incluso, complementarse unos con otros.

La base de todo esto está consignado en el PMBoK, el libro sagrado de la metodología de trabajo de PMI que describe nueve ejes fundamentales interrelacionados que se enfocan en un claro objetivo: alcanzar unas metas preestablecidas sujetas a restricciones de costo, tiempo, calidad y alcance.

Estas áreas de trabajo están integradas por 1. Integración, 2. Alcance, 3. Gestión del Tiempo, 4. Gestión de los costos, 5. Gestión de la calidad, 6. Gestión de los recursos humanos, 7. Gestión de las comunicaciones, 8. Gestión de los riesgos, 9. Gestión de las adquisiciones, para el gerente de proyectos PMI debe ser fundamental integrar estas 9 áreas en su plan de gerencia.

Para este caso se comenzó por la gestión del alcance el cual tiene sub divisiones en la definición de interesados o stakeholders, los diseños de las actividades que serán necesarias para el desarrollo del proyecto, el diseño de la estructura del desglose de trabajo, la cual de una división de las actividades y los entregables que estas deben generar para poder hacer el control y seguimiento con sus responsables incluidos. Luego se pasa por la parte de Gestión del Tiempo la cual entra a diseñar en detalle los entregables, la asignación de tiempo en los que se deben ejecutar las actividades propuestas para el desarrollo del plan y a su vez se hace un diagrama de precedencias para poder determinar la duración del proyecto y un diagrama de método Pert para determinar la ruta crítica del proyecto y las actividades que podrían tener holgura a través del desarrollo. Es necesario que después que se tengan estos

lineamientos claros se proceda con la asignación de recursos asociado a las actividades en desarrollo.

Finalmente como resultado se obtiene un flujograma con las indicaciones necesarias para poder desarrollar las actividades simultaneas y así mismo otorgar a cada una serie de entregables y sus respectivos responsables del proceso, en este paso se da a conocer el resultado del planteamiento de la metodología y sus posibles ventajas.

1. MATERIALES Y METODOS

El hombre a través del tiempo ha tomado decisiones basados en procesos lógicos, por medio de una larga secuencia de ensayo – error, con el ánimo de preservar recursos y administrar los bienes a su cargo, inició procesos de administración y planeación, esta última entendida de manera sencilla como la toma anticipada de decisiones [5]. La Planeación es la función que tiene por objetivo fijar el curso concreto de acción que ha de seguirse, estableciendo los principios que habrá de orientarlo, la secuencia de operaciones para realizarlo y las determinaciones de tiempo y números necesarios para su realización [6]. Es necesario partir a través de la el proceso de control usado actualmente por la empresa ejecutora en el desarrollo de la ejecución de obras civiles en grandes superficies.

1.1 PROCESO DE CONTROL USADO ACTUALMENTE

El proceso actualmente utilizado se basa en llevar un control de los pedidos de materiales según el listado que se genera dependiendo de lo que se necesite, por ejemplo tomando el material más crítico para controlar en los proyectos de construcción que se incluye en el concreto reforzado como es el acero de refuerzo. El acero de refuerzo se distribuye de varias maneras según la necesidad que se genera en el cliente, primero se clasifica por diámetros en octavos de pulgada incluyendo acero de 3/8" ó acero #3, acero de 1/2" ó acero #4, 5/8" ó acero #5, 3/4" ó acero #6, 7/8" ó acero #7, 1" ó acero #8, 1 1/4" ó acero #10, estas definen el espesor del acero, su distribución se hace el longitudes estándar ya sea de 6 metros de largo o 12 metros de largo ó acero figurado según las necesidades del proyecto. El proceso levantado en el proyecto sugiere que el proceso apenas llega a controlar la llegada de los materiales a la Obra controlado con documentos que referencian el material por peso, por diámetro y por figura, así como el control de descargue y el día. Así mismo se registra el concreto, para este caso se hace un pedido por requisición en programación según el volumen, este se mide en metros cúbicos y se programa según el volumen calculado por el residente de la Obra, la llegada se controla por medio de remisiones por carro o mixer, el volumen máximo que puede traer un carro puede ser de 8 m³, y el destino de este se escribe en la remisión. Como se puede ver los materiales utilizados solo se controlan a la entrada del proyecto, pero a nivel interno el control de destino y la cantidad no es precisa.

1.2 FALENCIAS DEL PLAN EXISTENTE

Las principales falencias del plan existente se basan en la falta de seguimiento después de la llegada de los materiales al proyecto según su uso, destino y localización dependiendo de que se esté hablando, si bien es cierto se ejerce un control en la parte de llegada de los materiales, el destino final de uso no se controla luego se puede decir que no se hace un seguimiento de disposición final de los materiales, para el ejemplo del acero los materiales son remisionados por llegada y cantidad al proyecto pero luego de su almacenamiento su utilización no se registra generando posibles pérdidas o desvíos en el destino final. Las principales falencias no solamente se basan en la falta de registro de las disposiciones finales de los materiales, con esta también vienen las faltas de control en los cambios del proyecto ya que si bien es cierto la organización de los materiales es pieza clave para la distribución interna, el control de cambios permite que los materiales tengan una reutilización o redirección, de esta manera no solamente se pueden aprovechar los materiales que ya están dispuestos en la obra, sino que también se pueden evitar costos adicionales por adquisición de nuevos materiales para mitigar las afectaciones en los cambios.

1.3 PROTOCOLO PARA EL PLAN DE CONTROL Y SEGUIMIENTO SEGÚN METODOLOGIA PMI

Por medio de la metodología PMI se implementara un protocolo para generar el plan de control y seguimiento al que se quiere llegar tomando en cuenta las siguientes características:

1.3.1 PLAN DE GESTION DEL ALCANCE

El principal responsable del plan de gestión del alcance debe ser necesariamente la empresa constructora, ya que según eso ellos son los que directamente se ven afectados con la generación de un buen plan de control y seguimiento para los materiales usados en el proyecto, es importante anotar que la relación con los Stakeholders se debe dividir a nivel interno y a nivel externo, ya que para ambas partes es conveniente generar un control de cantidades. Para el caso interno es necesario involucrar como interesados a los empleados, Gerentes de proyecto y propietarios de empresa, ya que finalmente son los directamente afectados si se llegara a generar sobrecostos debido a compra de materiales por reposición o re direccionamiento. Los empleados se involucran en la medida en que son los responsables de manejar el proceso de registro de entrada, la distribución y el almacenaje de los materiales así que ellos deben estar enterados de los procesos y los posibles cambios a los que es necesario someterse, los gerentes de proyecto por su parte deben estar al tanto del proceso ya que son los encargados de la toma de decisiones del proyecto y en gran parte pueden dar un giro al proyecto si un cambio de cantidades determina un sobrecosto mayor que puede afectar el alcance, el tiempo y la calidad, cuestiones netamente gerenciales. Los propietarios de la empresa están aun más involucrados en el proceso ya que según el cambio que se haga en el proceso le dará una evolución a su empresa y otorgara una visión de

lecciones aprendidas que se puede reflejar en aplicaciones para futuros proyectos que finalmente se reflejan en aumento de calidad y disminución de costos.

En cuanto a la parte externa, es importante involucrar directamente a los proveedores y al cliente. Los proveedores son una pieza clave ya que no solamente se encargan de entregar los materiales en el tiempo y cantidad estimada previamente, sino que también pueden llegar a ser futuros aliados en cuestiones de aprovechamiento de materiales sobrantes, reutilización y reventa de los mismos, es importante anotar que en algunos casos los proveedores pueden ayudar a disminuir perdidas cuando se generan sobrantes o inventarios ya que solamente ellos conocen el canal de distribución de sus productos y así mismo saben a quién le interesaría los productos que quedan en existencia. Por su parte el cliente es uno de los interesados más importantes en el proceso, ya que los sobrecostos que se generen en un proceso de mal control y seguimiento podrían acarrearle un aumento en el presupuesto del proyecto y finalmente generar mayores cantidades de obra, lo que generalmente trae perdidas.

1.3.2 DISEÑO DE ACTIVIDADES

Las actividades para la gestión del alcance deben ser relacionadas en inicio con el tipo de material, las unidades de entrega, (ya sea por unidades, por volumen o por paquetes especiales) el cual debe ser determinado por el Director del proyecto acompañado del Residente de la obra, es necesario generar un registro donde se incluyan las fechas y el numero de orden para documentar los materiales y en donde y de qué forma se hizo el almacenamiento, esto en parte al plan de control. En cuanto a la parte de seguimiento es necesario incluir la cantidad a usar del material, la localización en el proyecto, la fecha de instalación y los posibles desperdicios o sobrantes, para el caso de algo específico como materiales de acero es necesario incluir el plano de despiece donde muestre la ubicación la cantidad y la figura del acero a usar. El plan de control y seguimiento debe ir guiado por el aseguramiento de la calidad el cual debe estar soportado por la documentación referente a los materiales recibidos por el proveedor en cuanto a al plan de control, y para el plan de seguimiento la ubicación y direccionamiento de los materiales debe ir respaldado por la firma del interventor del proyecto, lo cual garantiza que se está instalando la cantidad y el tipo de material requerido para cada actividad, esto da una base solida de cumplimiento.

1.3.2.1 IDENTIFICACION DE MATERIALES

La identificación de materiales encabeza las actividades ya que para poder comenzar con el proceso es necesario saber que materiales son necesarios para desarrollar las labores pertinentes a la construcción según indiquen los planos o las especificaciones técnicas de cada actividad. No solamente es identificar que se necesita si no, también es necesario saber de dónde viene la información que exige el tipo de material, las unidades de entrega para cuantificar el material dependiendo

su uso u origen y las cantidades requeridas globales según las proyecciones hechas en el presupuesto de obra. Esta actividad genera dos entregables, primero el tipo de material, el cual se hace necesario para hacer la identificación de la clase de material y su forma para así mismo facilitar su almacenaje y como segunda medida se genera el entregable de unidades de entrega, el cual ayuda a saber cómo se cuantifica el material de entrada, cuanto espacio se necesita y así mismo como será su forma de entrega posteriormente.

1.3.2.2 TIEMPOS DE LLEGADA

Para poder seguir una programación detallada de las actividades a desarrollar es necesario tener claro los tiempos de llegada de cada material y mejor aun se deben tener claro los tiempos en los que se necesita el material, por ello es necesario generar una trazabilidad como entregable que relacione los tiempos de entrega con los tiempos programados para avance, de esta manera se evitara retrasos por parte de la llegada y se puede prever alguna contingencia en caso de necesitar materiales para desarrollar actividades consideradas como urgentes.

1.3.2.3 RECEPCION DE MATERIALES

La recepción de materiales se hace a nivel de proyecto según las necesidades que se tengan y el orden de las actividades, ya que si bien es cierto se deben tener los materiales a tiempo para no generar retrasos es importante tener en cuenta que no se deben generar inventarios demasiado voluminosos ya que el espacio de almacenamiento dentro del proyecto siempre será limitado, luego esta actividad se hace notable ya que se debe hacer de manera ordenada tanto de forma espacial en la obra como en la parte de entregables como remisiones o recibos para entrega.

1.3.2.4 ENTREGA O DISTRIBUCION

La entrega o distribución de materiales se hace conforme al plan de seguimiento, ya que es una actividad que se hace posterior a la llegada de los materiales al proyecto, por esto es necesario hacer una entrega relacionando la cantidad de materiales solicitados, el volumen real de entrega, la localización dentro del proyecto para estos materiales y los responsables del uso, ya que a la hora de revisar las cantidades versus las actividades este tipo de seguimiento hará que cada material sea justificado y en caso tal de desperdicios se puede encontrar exactamente donde se genero este. Adicionalmente se debe adjuntar el soporte de ubicación y diseño según los planos actualizados del proyecto.

1.3.2.5 VERIFICACION DE CALIDAD

Al recibir materiales por parte de los proveedores es necesario generar una verificación de calidad que adopte criterios de cumplimiento que recalquen garantía para los materiales, esto se hace a través de certificados o ensayos de laboratorio, esto depende del material. Para el caso de este proyecto es necesario que los

materiales lleguen con certificados que garanticen la calidad por parte del fabricante o algún laboratorio que practique los ensayos pertinentes del caso. Adicionalmente se deben adjuntar los soportes de seguimiento o materiales fotográficos luego se el uso de los materiales para valorar su durabilidad.

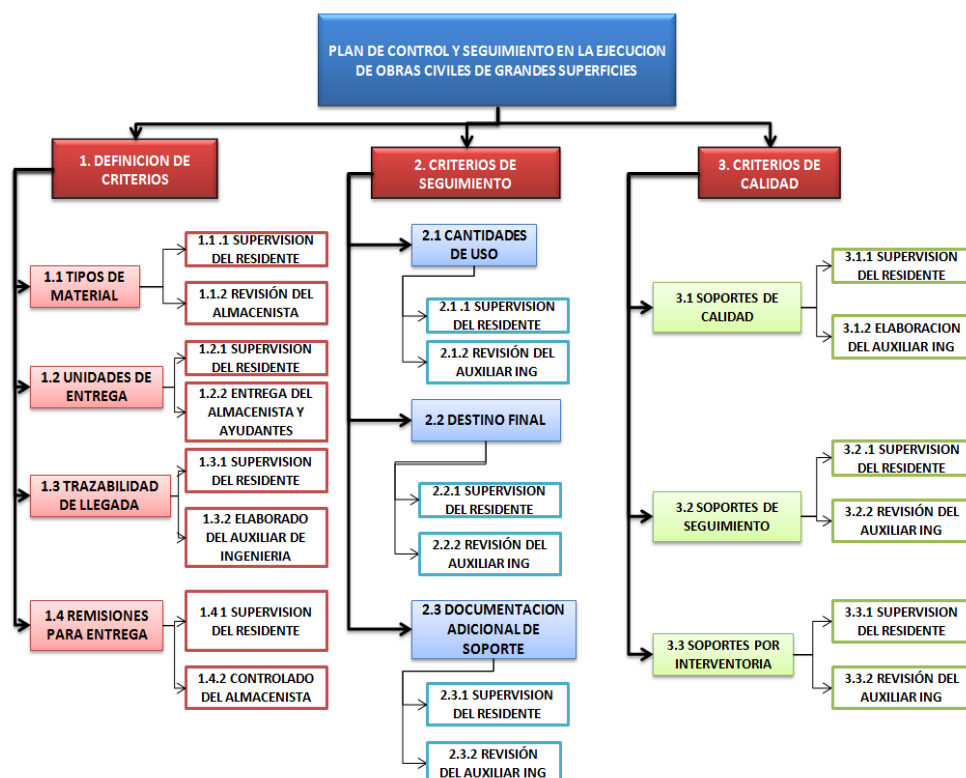
1.3.2.6 VERIFICACION DE INVENTARIOS

La verificación de inventarios se hace posteriormente a la entrega de materiales ya que es importante verificar las existencias disponibles para el proyecto para continuar la construcción o en algún caso de contingencias no planeadas para las cuales sea necesario tener materiales disponibles. Como ya se había resaltado anteriormente, es importante manejar los inventarios en un proyecto de grandes superficies, ya que por su magnitud, la tendencia siempre lleva a generar grandes cantidades de materiales que al final de la obra siempre sobran o terminan en descuentos para los contratistas.

1.3.3 ESTRUCTURA DE DESGLOSE DE TRABAJO

Las actividades a para la realización del plan de control y seguimiento trae consigo una organización de trabajo que genera una serie de entregables que se vuelven fundamentales a la hora de hacer el control y seguimiento de los materiales.

Figura 1 Estructura de Desglose de Trabajo



Fuente: Elaboración Propia

1.3.4 ENTREGABLES

En la parte de entregables es importante tener en cuenta que todas las actividades involucradas en el proceso generan documentos que permiten ejercer un control sobre los materiales en cuanto a suministro y disposición.

Figura 2 Descripción de Entregables

ACTIVIDAD	ENTREGABLES	DESCRIPCION
1.3.2.1 IDENTIFICACION DE MATERIALES	TIPOS DE MATERIAL	Se encarga de clasificar el material según el tipo, el uso y la forma.
	UNIDADES DE ENTREGA	Clasifica los materiales según su unidad de medida, ya sea por volumen, por peso o por unidades.
1.3.2.2 TIEMPOS DE LLEGADA	TRAZABILIDAD DE LLEGADA	Se encarga de ordenar la llegada de los materiales con la programación general de obra para evitar retrasos en la ejecución de la obra por falta de recursos.
1.3.2.3 RECEPCION DE MATERIALES	REMISIONES PARA ENTREGA	Numera los recibos de entrega con números consecutivos para darle orden al material, registrar su hora y fecha de entrada al proyecto.
1.3.2.4 ENTREGA O DISTRIBUCION	CANTIDADES DE USO	Se encarga de registrar las cantidades entregadas al contratista para la ejecución del proyecto.
	DESTINO FINAL	Se encarga de controlar el destino de los materiales, con el fin de cuantificar las cantidades establecidas en el presupuesto y detectar desperdicios.
	DOCUMENTACION ADICIONAL DE SOPORTE	Se encarga de soportar mediante los diseños del proyecto, con planos y especificaciones
1.3.2.5 VERIFICACION DE CALIDAD	SOPORTES DE CALIDAD	Recopila los soportes de calidad o ensayos de laboratorio que traigan los materiales.
	SOPORTES DE SEGUIMIENTO	Soporta los materiales destinados a actividades verificadas y aprobados por la interventoría del proyecto para poder gestionar cobranzas posteriores
1.3.2.6 VERIFICACION DE INVENTARIOS	SOPORTES POR INVENTARIOS	Relaciona las cantidades almacenadas en la obra con las requeridas según el presupuesto hasta agotarse.

Fuente: Elaboración Propia

1.3.5 DEFINICION DE TIEMPOS

Para proyectos de construcción en grandes superficies es necesario contar con tiempo que comparados con la ejecución de la obra serán bastante pequeños en proporción debido a la envergadura del mismo, por eso es importante darle una asignación en porcentaje según la duración que se le quiera dar al proyecto y tomando en cuenta que en este tipo de procesos es necesario ser repetitivos.

Figura 3 Asignación de tiempos

ID	ACTIVIDAD	DÍAS	DISTRIBUCION DE ACTIVIDADES
A	1.3.2.1 IDENTIFICACION DE MATERIALES	17.6%	
	SUPERVISION DEL RESIDENTE		5.9%
	REVISION DEL ALMACENISTA		11.8%
B	1.3.2.2 TIEMPOS DE LLEGADA	29.4%	
	SUPERVISION DEL RESIDENTE		9.8%
	REVISION DEL ALMACENISTA		19.6%
C	1.3.2.3 RECEPCION DE MATERIALES	5.9%	
	SUPERVISION DEL RESIDENTE		2.0%
	REVISION DEL ALMACENISTA		3.9%
D	1.3.2.4 ENTREGA O DISTRIBUCION	5.9%	
	SUPERVISION DEL RESIDENTE		2.0%
	ENTREGA DEL ALMACENISTA Y AYUDANTES		3.9%
E	1.3.2.5 VERIFICACION DE CALIDAD	5.9%	
	SUPERVISION DEL RESIDENTE		2.0%
	ELABORACION DEL AUXILIAR		3.9%
F	1.3.2.6 VERIFICACION DE INVENTARIOS	35.3%	
	SUPERVISION DEL RESIDENTE		11.8%
	REVISION DEL ALMACENISTA		23.5%
TOTAL		100%	100%

Fuente: Elaboración Propia

La asignación de tiempo se hace en porcentaje comparado con la duración total del proyecto, entre más grande el proyecto la proporción siempre será más pequeña.

1.3.6 DIAGRAMA DE PRECEDENCIAS

El diagrama de precedencias se usa para representar las actividades en orden de ejecución y las flechas para representar las actividades consecuentes de cada ejecución, identificando la actividad principal, actividad secundaria y así sucesivamente hasta llegar a la actividad final de cada fase. Es importante anotar que este ciclo se repite, por eso es importante tener en cuenta que si bien el método sugiere pocas actividades, los entregables tienen una cantidad más generosa.

1.3.6.1 FORMULACION DE LAS PRECEDENCIAS

Para la etapa de formulación se identifican las actividades que se llevan a cabo para hacer el control y el seguimiento de los materiales, según eso la actividad A que corresponde a Identificación de materiales tiene como siguiente la actividad B que son los tiempos de llegada

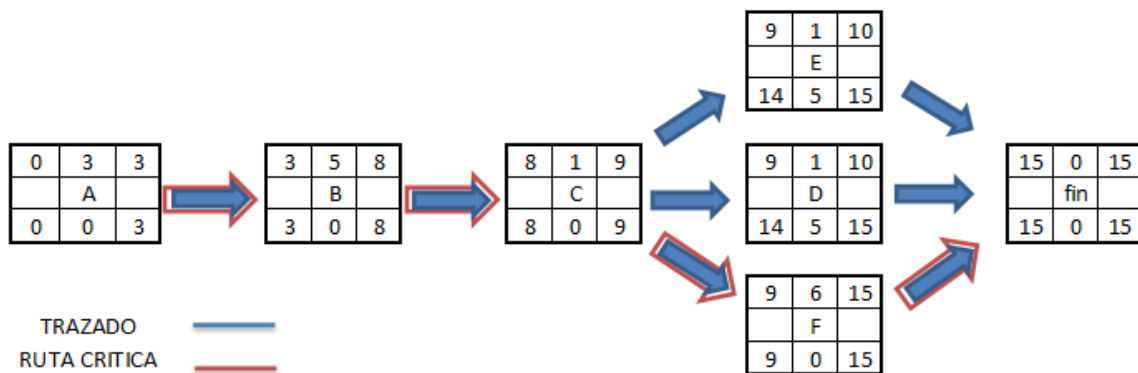
Figura 4 Asignación de precedencias

ACTIVIDAD PRECEDENTE	ACTIVIDAD	ACTIVIDAD SIGUIENTE
-	1.3.2.1 IDENTIFICACION DE MATERIALES (A)	B
A	1.3.2.2 TIEMPOS DE LLEGADA (B)	C
B	1.3.2.3 RECEPCION DE MATERIALES (c)	D
C	1.3.2.4 ENTREGA O DISTRIBUCION (D)	FIN
C	1.3.2.5 VERIFICACION DE CALIDAD (E)	FIN
C	1.3.2.6 VERIFICACION DE INVENTARIOS (F)	FIN
D,E,F	FINALIZACION DE ACTIVIDADES (FIN)	-

Fuente: Elaboración Propia

Luego se puede evaluar la ruta crítica teniendo asignados los tiempos y las actividades precedentes unas de otras, para este caso se puede hacer una evaluación por medio del diagrama de precedencias que a su vez logra obtener la ruta crítica, siendo esta la que tiene los tiempos, para efectos de poder obtener un diagrama Pert de una manera efectiva se agrego la actividad de finalización con el fin de concatenar las actividades finales.

Figura 5 Diagrama método Pert



Fuente: Elaboración Propia

Se obtiene la ruta critica descrita como la serie de actividades que definen el tiempo total del proyecto, en tal caso que se presente un retraso en alguna de estas actividades todo el proyecto se verá retrasado, para este caso la ruta critica está dada por las actividades nombradas como **A, B, C, F, FIN**. Luego de obtener la ruta crítica se realiza la asignación de holuras que para este caso solamente afecta a la

actividad E (1.3.2.5 VERIFICACION DE CALIDAD) con el 29,41% de tiempo y a la actividad D (1.3.2.4 ENTREGA O DISTRIBUCION) con el 29,41% de tiempo, lo cual indica que son las actividades que no requiere de un cumplimiento estricto en el tiempo de ejecución ya que se puede ampliar hasta ese porcentaje dado anteriormente.

Finalmente los tiempos de duración y las holguras de las actividades para desarrollar la metodología dentro del proyecto se resume en la siguiente tabla.

Figura 6 Resumen de tiempos de duración y holguras

ID	ACTIVIDAD	DÍAS	DISTRIBUCION DE ACTIVIDADES	HOLGURAS %
A	1.3.2.1 IDENTIFICACION DE MATERIALES	17.6%		0.00%
	SUPERVISION DEL RESIDENTE		5.9%	
	REVISION DEL ALMACENISTA		11.8%	
B	1.3.2.2 TIEMPOS DE LLEGADA	29.4%		0.00%
	SUPERVISION DEL RESIDENTE		9.8%	
	REVISION DEL ALMACENISTA		19.6%	
C	1.3.2.3 RECEPCION DE MATERIALES	5.9%		0.00%
	SUPERVISION DEL RESIDENTE		2.0%	
	REVISION DEL ALMACENISTA		3.9%	
D	1.3.2.4 ENTREGA O DISTRIBUCION	5.9%		29.47%
	SUPERVISION DEL RESIDENTE		2.0%	
	ENTREGA DEL ALMACENISTA Y AYUDANTES		3.9%	
E	1.3.2.5 VERIFICACION DE CALIDAD	5.9%		29.47%
	SUPERVISION DEL RESIDENTE		2.0%	
	ELABORACION DEL AUXILIAR		3.9%	
F	1.3.2.6 VERIFICACION DE INVENTARIOS	35.3%		0.0%
	SUPERVISION DEL RESIDENTE		11.8%	
	REVISION DEL ALMACENISTA		23.5%	
TOTAL		100%	100%	59%

Fuente: Elaboración Propia

1.3.7 GESTION DE COSTOS Y RECURSOS

Para esta parte identificamos la asignación de costos y recursos, en la cual se distribuyen todos los recursos en los que se tendrían que incurrir para poder llevar a cabo la metodología. En la siguiente tabla se identifican los costos de la mano de obra del proyecto necesaria para el desarrollo de la metodología.

Figura 7 Asignación salarial

ID	MANO DE OBRA	CANTIDAD	VALOR MENSUAL	VR/HORA
1	RESIDENTE OBRA	1	\$ 3,000,000.00	\$ 12,500.00
2	AUXILIAR DE INGENIERIA	1	\$ 1,200,000.00	\$ 5,000.00
3	ALMACENISTA	1	\$ 1,000,000.00	\$ 4,166.67
4	AYUDANTE ALMACEN	3	\$ 800,000.00	\$ 3,333.33

Fuente: Elaboración Propia

La información de la asignación se tomo de la tabla de escala de pagos de la empresa objeto de este estudio, haciendo los aproximados pertinentes para acercarse al valor de la metodología por hora, este dato se puede aplicar a cualquier tipo de proyecto según el monto mensual de salarios al trabajador que maneje.

Para estimar el costo es necesario remitirse a los responsables por actividad y la duración que tiene cada una de estas con forme al proyecto, el estimado se puede aplicar a cualquier proyecto siempre y cuando los involucrados sean los mismos en todo el proceso. Para llegar a cantidades cuantificables se aplica la siguiente fórmula:

$$CA = DA * TTP * VRH * PRO$$

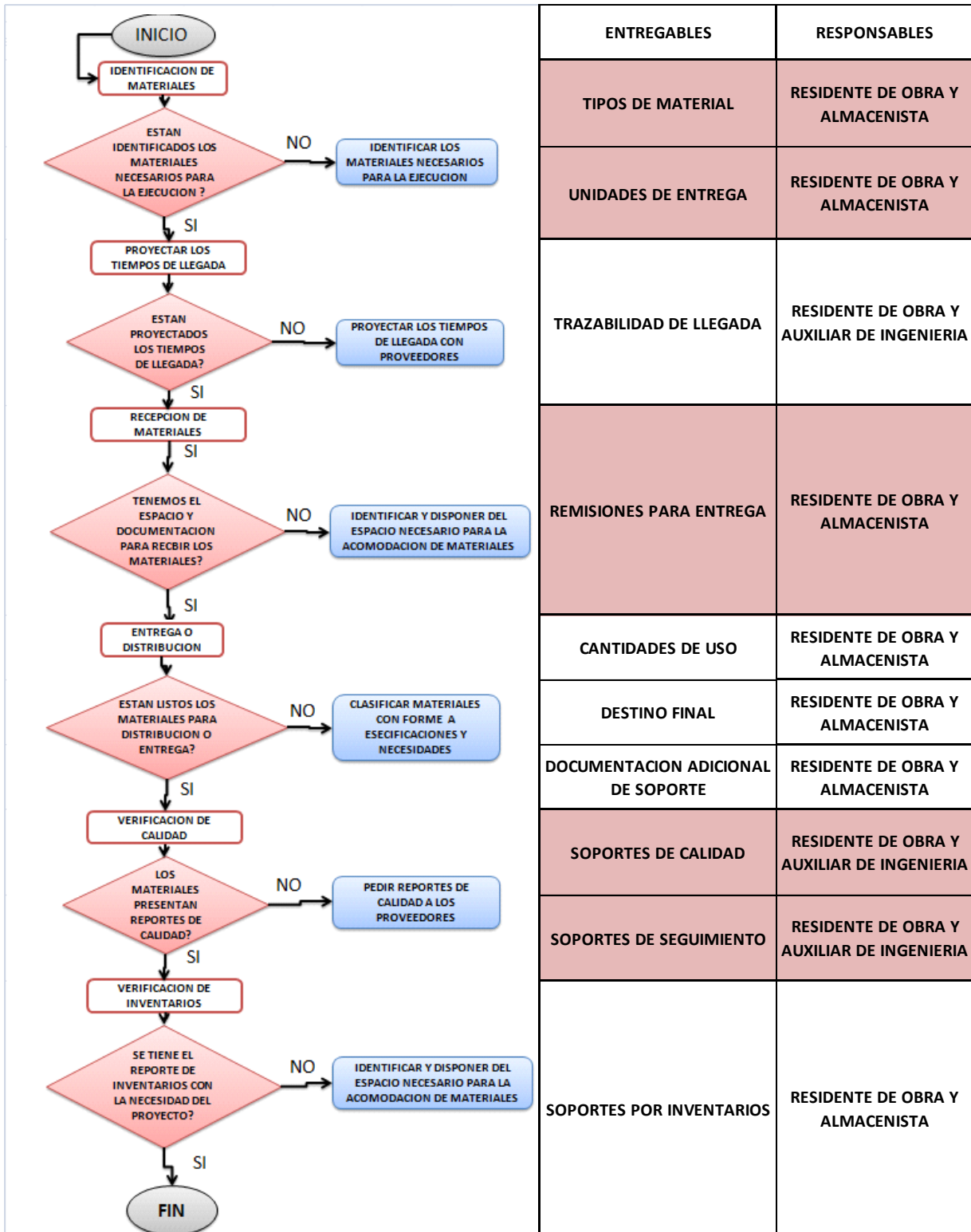
Donde el CA se refiere al costo de la actividad, el DA se expresa como el porcentaje de duración de la actividad, el TTP es el tiempo total del proyecto expresado en días, VRH se refiere al valor de la hora de cada involucrado en la actividad y PRO está relacionado con el numero de personas o profesionales con el mismo rol o función.

Relacionando lo anterior es posible obtener el monto necesario para establecer la metodología anterior y ver su viabilidad para la empresa dentro del proyecto. Es importante anotar que la ecuación se debe abrir para la parte de actividades ya que como las actividades son compartidas es necesario poner en el porcentaje de duración de la actividad la participación de cada individuo involucrado dependiendo de su función.

2. RESULTADOS Y DISCUSIONES

Como resultado de la implementación de la metodología se obtiene el flujo grama correspondiente al paso a paso de la implementación de la metodología relacionando los entregables que genera cada actividad y los responsables de cada uno de estos como se muestra a continuación:

Figura 8 Flujo grama



Fuente: Elaboración Propia

Luego como resultado se obtiene un flujo grama que indica cómo se deben desarrollar las actividades impuestas en la metodología con los entregables correspondientes al resultado del desarrollo de cada ítem y sus respectivos responsables, de esta manera se simplifica la metodología haciendo que cualquier persona la pueda aplicar.

PRUEBA PILOTO

Se realizó una prueba piloto para probar la utilidad de la metodología para un proyecto de 600 días tomando por sentado que los salarios de los implicados en el proceso se conservan estables durante el horizonte del proyecto, los resultados se muestran a continuación:

Figura 9 Ejemplo de aplicación

ID	ACTIVIDAD	DÍAS	DISTRIBUCION DE ACTIVIDADES	VR/HORA DE INVOLUCRADOS	VR/DIA DE INVOLUCRADOS	EQUIVALENTE EN DÍAS DEL PROYECTO	VR ACTIVIDAD
A	1.3.2.1 IDENTIFICACION DE MATERIALES	17.6%					
	SUPERVISION DEL RESIDENTE		5.9%	\$ 12,500.00	\$ 100,000.00	35.29	\$ 3,529,411.76
	REVISION DEL ALMACENISTA		11.8%	\$ 4,166.67	\$ 33,333.33	70.59	\$ 2,352,941.18
B	1.3.2.2 TIEMPOS DE LLEGADA	29.4%			\$ -	0.00	\$ -
	SUPERVISION DEL RESIDENTE		9.8%	\$ 12,500.00	\$ 100,000.00	58.82	\$ 5,882,352.94
	ELABORACION DEL AUXILIAR		19.6%	\$ 5,000.00	\$ 40,000.00	117.65	\$ 4,705,882.35
C	1.3.2.3 RECEPCION DE MATERIALES	5.9%			\$ -	0.00	\$ -
	SUPERVISION DEL RESIDENTE		2.0%	\$ 12,500.00	\$ 100,000.00	11.76	\$ 1,176,470.59
	REVISION DEL ALMACENISTA		3.9%	\$ 4,166.67	\$ 33,333.33	23.53	\$ 784,313.73
D	1.3.2.4 ENTREGA O DISTRIBUCION	5.9%			\$ -	0.00	\$ -
	SUPERVISION DEL RESIDENTE		2.0%	\$ 12,500.00	\$ 100,000.00	11.76	\$ 1,176,470.59
	ENTREGA DEL ALMACENISTA		1.9%	\$ 4,166.67	\$ 33,333.33	11.53	\$ 384,313.73
	ENTREGA DE AYUDANTES		2.0%	\$ 3,333.33	\$ 26,666.67	12.00	\$ 320,000.00
E	1.3.2.5 VERIFICACION DE CALIDAD	5.9%			\$ -	0.00	\$ -
	SUPERVISION DEL RESIDENTE		2.0%	\$ 12,500.00	\$ 100,000.00	11.76	\$ 1,176,470.59
	ELABORACION DEL AUXILIAR		3.9%	\$ 5,000.00	\$ 40,000.00	23.53	\$ 941,176.47
F	1.3.2.6 VERIFICACION DE INVENTARIOS	35.3%			\$ -	0.00	\$ -
	SUPERVISION DEL RESIDENTE		11.8%	\$ 12,500.00	\$ 100,000.00	70.59	\$ 7,058,823.53
	REVISION DEL ALMACENISTA		23.5%	\$ 4,166.67	\$ 33,333.33	141.18	\$ 4,705,882.35
TOTAL		100%	100%			\$ 600.00	\$ 34,194,509.80

Fuente: Elaboración Propia

Para el caso de un proyecto de grandes superficies esta metodología es efectiva ya que el desperdicio que se genera para materiales generalmente es superior al 30% del valor de la actividad, esto se resume en pérdidas millonarias en materiales ya que este tipo de proyectos tiende a acercarse a valores muy grandes comparados con proyectos de alcances cortos.

CONCLUSIONES

- El plan de Control y seguimiento puede llegar a ser efectivo ya que reduce las pérdidas equivalentes de materiales cuando se generan mayores y menores cantidades de obra, es necesario anotar que esto depende de la gestión real que se haga en la ejecución de la misma.
- Al comparar el plan existente se pudo evidenciar falencias en cuanto a los parámetros a seguir según los materiales ya que no se tiene un control efectivo de disposición final o destino de los mismos.
- La metodología PMI aplicada para esta parte mostro un acercamiento veraz en cuanto a la formulación de las actividades, el costo y el tiempo necesario para la implementación de esta, es necesario tomar en cuenta que esta metodología puede ser poco costosa en proyectos pequeños ya que su alcance es menor y la dependencia de tiempo de las actividades a realizar se hará más pequeña, mientras que para proyectos de grandes tiempo de duración el porcentaje de distribución temporal será más grande y por ende el costo cambiara, esto genera que las cantidades en materiales se vuelvan fundamentales a la hora de comparar costos, ya que de nuevo dependemos del alcance para determinar la cantidad de material en el proyecto.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

[1] Mulcahy, R. Project Management Processes. In: PMP Exam Prep., V 1, p. 41. RCM Publications (2009). 15. McCann, D. ¿How Well do you decide? In: CFO.com Magazine, p.1 (2010).

[2] Haynes, M. Administración de proyectos. México: Iberoamericana (1992)

[3] Mulcahy, R. Project Management Processes. In: PMP Exam Prep., V 1, p. 21. RCM Publications (2009).

[4] Bernate, G. ¿Planear? Sí señor, planear. En: Computerworld Colombia., p. 19 (2009).

[5] Cárdenas, Mauricio. Plan de Desarrollo ¿Una buena herramienta de planeación del gasto público? En: Economía y Política. 1-6 p. Bogotá (2002).

[6] Ackoff, Rusell Un concepto de planeación de empresas. Limusa, 100 p. México D.F. (1978).